



PATENT
0649-0899P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Yuko ADACHI et al. Conf.: 3880
Appl. No.: 10/615,904 Group: Unassigned
Filed: July 10, 2003 Examiner: UNASSIGNED
For: SOLID-STATE IMAGE PICK-UP DEVICE

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SEP 12 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):


<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2002-201501	July 10, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
Marc S. Weiner, #32,181

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

MSW/sh
0649-0899P

Attachment(s)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

Y. ADACHI et al.
10/615,904 filed 7/19/03
Birch, Stewart, Kolasch
+ Birch LLP
703/205-8000
649-899A

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 7月10日

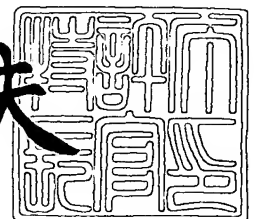
出願番号
Application Number: 特願2002-201501
[ST. 10/C]: [JP 2002-201501]

出願人
Applicant(s): 富士フイルムマイクロデバイス株式会社
富士写真フイルム株式会社

2003年 8月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3069797

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-41357

【提出日】 平成14年 7月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地 富士フイルム
 マイクロデバイス株式会社内

 【氏名】 安達 裕子

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地 富士フイルム
 マイクロデバイス株式会社内

 【氏名】 山田 哲生

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地 富士フイルム
 マイクロデバイス株式会社内

 【氏名】 宇家 真司

【特許出願人】

 【識別番号】 391051588

 【氏名又は名称】 富士フイルムマイクロデバイス株式会社

【特許出願人】

 【識別番号】 000005201

 【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105647

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小栗 昌平

 【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100105474

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 弘徳

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に、複数の受光センサ部と、各受光センサ部に近接して形成された垂直転送路と、隣接する垂直転送路間に設けられトレンチ構造の絶縁層でなるチャネルストップとを備える固体撮像装置において、前記絶縁層内に、所定電圧が印加される導電性物質を埋設したことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 前記所定電圧は、信号電荷が電子である場合にはマイナスの電圧、信号電荷がホールである場合にはプラスの電圧とすることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記所定電圧は、前記垂直転送路の転送電極に印加される読み出しパルスと逆位相のパルスであることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記チャネルストップの最下部に、前記受光センサ部とは反対導電型の拡散領域が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 前記拡散領域のドーピング不純物が前記導電性物質内にもドーピングされ該導電性物質と前記拡散領域とが接続状態となっていることを特徴とする請求項 4 に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】 前記導電性物質が多結晶シリコンであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は CCD 等の固体撮像装置に係り、特に、隣接素子間を分離するトレンチ構造のチャネルストップを有する固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図10は、従来の固体撮像装置の要部断面図である。この固体撮像装置の半導体基板表面部にはn領域の垂直転送路（VCCD）1が形成され、隣接する垂直転送路1間には、p型不純物層で成るチャネルストップ（CS）2により素子分離が行われている。また、半導体基板表面には、多結晶シリコンでなる転送兼読出電極3が設けられている。

【0003】

チャネルストップ2のp型不純物は隣接する垂直転送路1に拡散してしまい、垂直転送路1の実効的な転送路（チャネル）幅を狭め、垂直転送路1のチャネル電位を低下させてしまう。この影響は、垂直転送路1の幅を微細に製造するほど顕著となり、狭チャネル効果と呼ばれる。

【0004】

図11は、狭チャネル効果を示すグラフであり、例えば垂直転送路1のチャネル幅 $0.5\mu\text{m}$ のとき、チャネルストップ（CS）を設けない垂直転送路で5.8Vの電位となっていたものが、片側にチャネルストップが設けられると5.3Vしか電位がかからず、両側にチャネルストップが設けられると4.6Vしか電位がかからなくなってしまう。これでは、垂直転送路1へのフォトダイオード（画素）からの電荷読み出しや、垂直転送路1に沿って行う電荷転送が不十分になってしまう。

【0005】

図12は、図10に示すチャネルストップ2の周りの電位勾配をシミュレートした図であり、チャネルストップ2は、X軸座標で $0.75\mu\text{m}$ の位置を中心に形成されている。図12は図10の電極3に0Vの電圧を印加したときの二次元電位勾配図であり、図13は電極3に-8Vの電圧を印加したときの二次元電位勾配図である。また、図14及び図15は、電極3に読出電圧+16Vを印加したときの二次元電位勾配図及び一次元電位図であり、図16は、垂直転送路に電荷を蓄積したときの一次元電位図である。

【0006】

これらの図から、図10に示す固体撮像装置では、チャネルストップ2による素子分離の効果が低いことが分かる。特に、図14、図15に示したように、転

送路の電位の影響によってチャネルストップ2の電位も深くなっており、転送路1とチャネルストップ2との電位差が小さく、素子分離効果は低い。

【0007】

図17は、図10に示す固体撮像装置に比べ、チャネルストップ2内に酸化膜4を埋設した従来の固体撮像装置（例えば特開2002-57381号公報）の構成図である。図18、図19、図20は、この固体撮像装置の電極3に、0V、-8V（転送電圧）、+16V（読出電圧）の電圧を印加したときの二次元電位勾配をシミュレートした図である。また、図21は、電極3に+16Vを印加したときの一次元電位図であり、図22は、垂直転送路に電荷を蓄積したときの一次元電位図である。チャネルストップ2は、X軸座標で $0.75\mu\text{m}$ の位置を中心に深さ $0.4\mu\text{m}$ に形成されている。

【0008】

図17に示す固体撮像装置では、図18、図19より、0V印加時のチャネル電位は11.5Vであり、-8V印加時のチャネル電位は4.1Vであるため、その変調度（電位差／電圧差）=0.93となる。これに対し図10に示す固体撮像装置では、図12、図13より、0V印加時のチャネル電位は10.1Vであり、-8V印加時のチャネル電位は4.2Vであるため、変調度=0.74となる。即ち、チャネルストップ2内に酸化膜4を埋設することで、p型不純物層がなくなるためチャネル電位が低下しなくなり、狭チャネル効果の影響も緩和されると推測される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の図17の固体撮像装置では、垂直転送路1に電荷が蓄積されている場合、チャネルストップ2の界面5と垂直転送路1の信号電荷との電位差が少なくなり（図16、図22参照）、この界面5に電荷（図示する固体撮像装置では電子）がトラップされやすくなるという問題がある。界面5に電荷がトラップされると、このトラップ電荷は一定確率で次パケットの垂直転送路1内に入り込み、転送効率を劣化させてしまう。

【0010】

数100万画素が搭載される近年の固体撮像装置では、1回の垂直転送路の転送で千段以上の転送が行われるため、例えば1段の転送毎に電子1個ずつが空パケットに入り込むと、垂直転送路からこの空パケットが読み出されたとき、そのパケットには千個以上の電子が入りこんでしまい、撮像画像の画質を大幅に劣化させてしまう。

【0011】

更に、界面5が空乏化しているため、ダングリングボンドからの暗電流発生や、高速のGRセンタ（重金属原子など）からの白キズ発生が著しく増加するという問題もある。

【0012】

本発明の目的は、チャネルストップによる狭チャネル効果を緩和し且つトラップ電荷による影響、ダングリングボンドや高速なGRセンタの影響を低減した固体撮像装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する固体撮像装置は、半導体基板上に、複数の受光センサ部と、各受光センサ部に近接して形成された垂直転送路と、隣接する垂直転送路間に設けられトレンチ構造の絶縁層でなるチャネルストップとを備える固体撮像装置において、前記絶縁層内に、所定電圧が印加される導電性物質を埋設したことを特徴とする。

【0014】

この構成により、チャネルストップ（素子分離領域）と垂直転送路との間に電位差が生じ、隣接する垂直転送路間での電荷混合が阻止され、電荷トラップも防止され、狭チャネル効果が緩和される。

【0015】

好適には、前記所定電圧として、信号電荷が電子である場合にはマイナス電圧を印加して界面をホールアキュムレーション状態とし、信号電荷がホールである場合にはプラス電圧を印加して電子アキュムレーション状態とする。この構成により、簡単な電圧制御で電荷混合や、転送効率劣化、暗電流増加、白キズ増加を

抑制することが可能となる。

【0016】

好適には、前記所定電圧は、前記垂直転送路の転送電極に印加される読み出しパルスと逆位相のパルスであることを特徴とする。この構成により、読み出し動作に必要な電圧が低減できる。

【0017】

更に好適には、上記において、前記チャネルストップの最下部に、前記受光センサ部とは反対導電型の拡散領域が形成されていることを特徴とする。この構成により、チャネルストップの素子分離効果が高まり、画素間の信号電荷混合が一層防止可能となる。

【0018】

更に好適には、上記において、前記拡散領域のドーパ不純物が前記導電性物質内にもドーパされ該導電性物質と前記拡散領域とが接続状態となっていることを特徴とする。この構成により、チャネルストップを利用して信号電荷と反対極性の電荷の掃き出しをスムーズに行うことが可能となる。

【0019】

更に好適には、上記において、前記導電性物質が多結晶シリコンであることを特徴とする。この構成により、固体撮像装置の半導体基板と前記導電性物質の熱膨張係数の差がなくなり、トレンチ側面のストレスによる結晶欠陥の発生を低減可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0021】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る固体撮像装置の要部平面図である。この固体撮像装置10は、いわゆるハニカム型といわれ、フォトダイオードで成る画素11が1行置きに1/2ピッチずつ水平方向にずらして形成されている。各画素11の両脇には、夫々垂直転送路12がジグザグ形状に形成されており、各垂直転送路12の右脇には、チャネルストップ13が設けられる。これにより、

画素 11 からの電荷読出に必要な領域 14 以外で垂直転送路 12 が隣接する素子から分離される。尚、本実施形態ではハニカム型といわれる固体撮像装置を対象としているが、本発明はチャンネルストップを有するベイヤー方式の固体撮像装置にも適用可能である。

【0022】

図 2 は、図 1 の II—II 線断面図である。この固体撮像装置 10 の半導体（この例ではシリコン）基板表面部には、n 型不純物がドーピングされて形成された垂直転送路 12 が設けられ、隣接する垂直転送路 12 間には、チャンネルストップ 13 が設けられている。このチャンネルストップ 13 は、垂直転送路 12 間に深さ 0.4 μm の溝を刻設し、半導体基板表面を酸化して酸化膜 14 を形成し、溝内に多結晶シリコン 15 を埋設することで製造される。垂直転送路 12 の表面には、表面酸化膜 16 を介して多結晶シリコンで成る転送兼読出電極 17 が形成される。

【0023】

チャンネルストップ 13 内に埋設される多結晶シリコン 15 は、垂直転送路 12 に沿い垂直転送路 12 の全長に渡って連続して形成され、半導体基板に設けられた図示しない接続パッドに所定電圧が印加されたとき、多結晶シリコン 15 の抵抗値等で決まる時定数に従う所定時間後に、多結晶シリコン 15 は全長に渡って所定電圧になる。尚、本実施形態では、多結晶シリコン 15 に、常時、マイナス電圧を印加する。

【0024】

図 3 は、図 1 に示すチャンネルストップ 13 の周りの電位勾配をシミュレートした図である。チャンネルストップ 13 は、X 軸座標で 0.75 μm の位置を中心に深さ 0.4 μm に形成されており、電極 17 と多結晶シリコン 15 には 0 V が印加されている。

【0025】

図 4 は電極 17 に -8 V を印加したときの二次元電位勾配図であり、図 5 及び図 6 は、電極 17 に読出電圧 +16 V を印加したときの二次元電位勾配図及び一次元電位図である。また、図 7 は、垂直転送路に電荷を蓄積したときの一次元電位図である。

【0026】

垂直転送路 12 で電荷転送を行う場合、電極 17 には、0 V と -8 V とが交互に印加され、画素（受光センサ部）から信号電荷を垂直転送路 12 に読み出すときは電極 17 に +16 V が印加されるため、チャンネルストップ 13 の周りの電位分布は、図 3，図 4，図 5 のいずれかの状態となる。

【0027】

これらの図 3，図 4，図 5 及び図 6 から分かるとおり、転送路 12 とチャンネルストップ 13 との間の電位差が大きく、チャンネルストップ 13 の深い部分においても電位が浅いため、本実施形態に係るチャンネルストップ 13 は、素子分離効果が高い。これにより、電荷読出時の隣接垂直転送路への電荷混合が防止されると共に、図 17 で説明した界面 5 への電荷トラップも防止される。更に、p 型不純物が無いため、狭チャンネル効果も緩和される。

【0028】

尚、シミュレーションでは、多結晶シリコン 15 に印加する電圧を 0 V としたが、この多結晶シリコン 15 に印加する電圧をマイナス電圧とすることで、更にチャンネルストップ 13 と転送路 12 との間の電位差が大きくなり、転送路 12 間の電荷混合がより一層防止される。

【0029】

また、本実施形態に係る固体撮像装置 10 では、トレンチ構造のチャンネルストップ 13 に固体撮像装置 10 のシリコン基板と同程度の熱膨張係数を持つ多結晶シリコン 15 を埋設したため、多結晶シリコン 15 がシリコン基板から受けるストレスは極めて小さくなり、このストレスに起因する結晶欠陥の発生は低減する。

【0030】

実施形態では、多結晶シリコン 15 に印加する電圧を、常時、マイナス電圧としたが、図 8 に示す様に、電極 17 に +16 V の読出電圧パルスが印加されたとき、これと逆位相の相殺パルスを多結晶シリコン 15 に印加するのが好ましい。

【0031】

これにより、図 17 で説明した界面 5 の電位がマイナスへシフトし、界面 5 へ

の電荷（電子）トラップが更に防止可能となる。相殺パルスの開始タイミングは、読出電位パルスの開始タイミングに対して若干先行させる。先行させる程度は、上述した多結晶シリコン 15 の抵抗値等で決まる時定数から求める。

【0032】

また同様に、電極 17 に印加される「0 V」と「-8 V」とが繰り返される転送パルスに応じて、この転送パルスと逆極性の相殺パルスを多結晶シリコン 15 に印加する構成とすることでもよい。

【0033】

図 9 は、本発明の第 2 の実施形態に係る固体撮像装置の要部断面図である。この実施形態では、第 1 の実施形態に比べて、チャネルストップ 13 の下部位置に拡散層 18 を設けた点のみ異なる。この拡散層 18 は、画素（受光センサ部）11 とは反対導電型の不純物、図示の例では p 型不純物を拡散して形成する。これにより、素子分離領域が基板深部にまで達し、画素 11 間の信号電荷の混合がより一層防止されることになる。

【0034】

また、p 型拡散層 18 が設けられることで、本実施形態に係るチャネルストップ 13 は、信号電荷と反対極性の電荷掃き出しを行う経路として利用可能となる。好適には、チャネルストップ 13 内の多結晶シリコン 15 にも高濃度の p 型不純物をドーピングし、この多結晶シリコン 15 と p 型拡散層 18 とを接続するのが良い。これにより、電荷掃き出しがスムーズに行われる。

【0035】

【発明の効果】

本発明によれば、チャネルストップ内に導電性物質を埋設し、この導電性物質の電位を所定電位に制御することで、チャネルストップの素子分離効果を高め、垂直転送路の狭チャネル効果を緩和し、画像欠陥の発生、転送効率の低下、暗電流の増加を防止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る固体撮像装置の要部平面図である。

【図 2】

図 1 の II—II 線断面図である。

【図 3】

図 2 に示す電極に 0 V を印加したときのチャネルストップ周りの二次元電位勾配図である。

【図 4】

図 2 に示す電極に -8 V を印加したときのチャネルストップ周りの二次元電位勾配図である。

【図 5】

図 2 に示す電極に +16 V を印加したときのチャネルストップ周りの二次元電位勾配図である。

【図 6】

図 2 に示す電極に +16 V を印加したときのチャネルストップ周りの一次元電位図である。

【図 7】

図 2 に示す固体撮像装置で垂直転送路に電荷を蓄積したときの一次元電位図である。

【図 8】

電荷読出パルスと相殺パルスを示す図である。

【図 9】

本発明の第 2 の実施形態に係る固体撮像装置の要部断面図である。

【図 10】

従来の固体撮像装置の要部断面図である。

【図 11】

狭チャネル効果を説明するグラフである。

【図 12】

図 10 に示す電極に 0 V を印加したときのチャネルストップ周りの二次元電位勾配図である。

【図 13】

図 1 0 に示す電極に -8 V を印加したときのチャネルストップ周りの二次元電位勾配図である。

【図 1 4】

図 1 0 に示す電極に $+16\text{ V}$ を印加したときのチャネルストップ周りの二次元電位勾配図である。

【図 1 5】

図 1 0 に示す電極に $+16\text{ V}$ を印加したときのチャネルストップ周りの一次元電位図である。

【図 1 6】

図 1 0 に示す固体撮像装置で垂直転送路に電荷を蓄積したときの一次元電位図である。

【図 1 7】

従来の別の固体撮像装置の要部断面図である。

【図 1 8】

図 1 7 に示す電極に 0 V を印加したときのチャネルストップ周りの二次元電位勾配図である。

【図 1 9】

図 1 7 に示す電極に -8 V を印加したときのチャネルストップ周りの二次元電位勾配図である。

【図 2 0】

図 1 7 に示す電極に $+16\text{ V}$ を印加したときのチャネルストップ周りの二次元電位勾配図である。

【図 2 1】

図 1 7 に示す電極に $+16\text{ V}$ を印加したときのチャネルストップ周りの一次元電位図である。

【図 2 2】

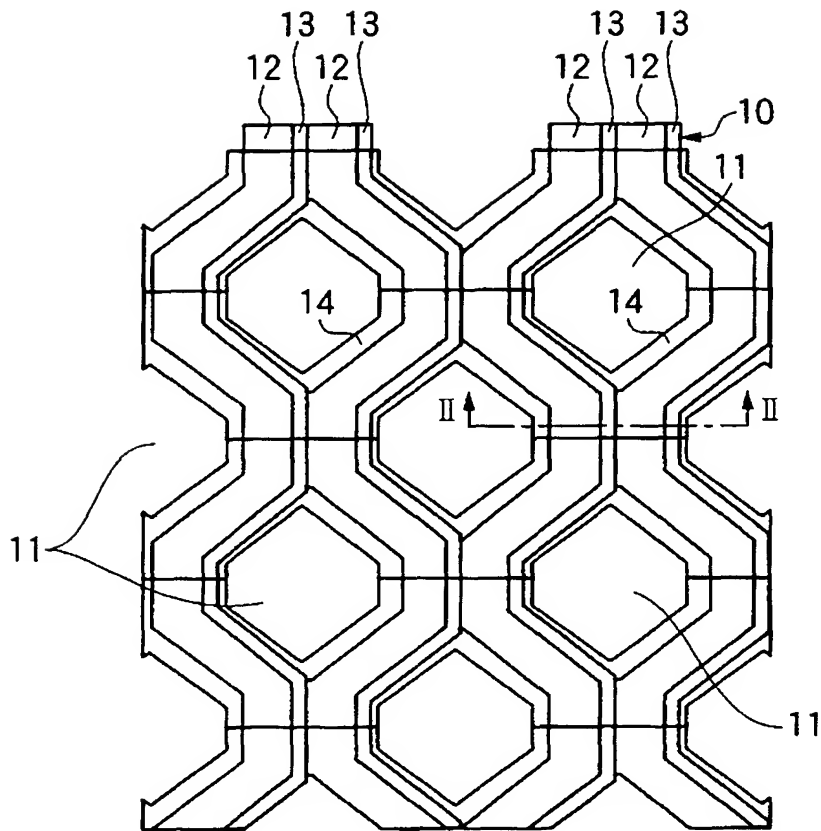
図 1 7 に示す固体撮像装置で垂直転送路に電荷を蓄積したときの一次元電位図である。

【符号の説明】

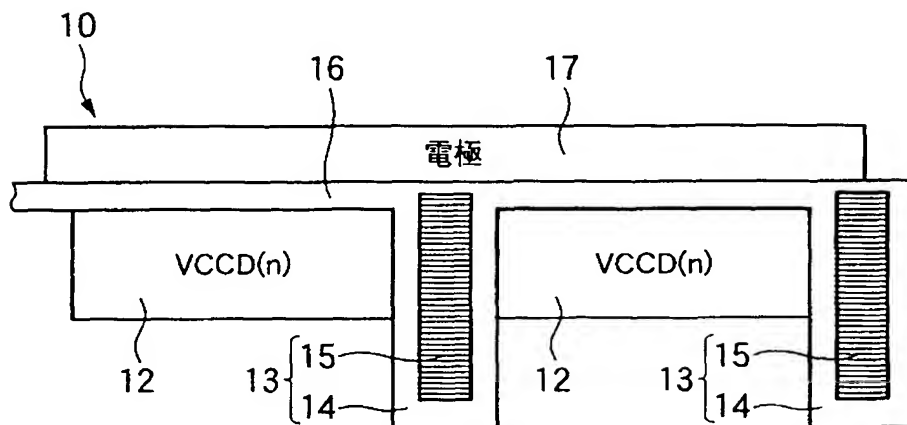
- 1 0 固体撮像装置
- 1 1 画素（受光センサ部）
- 1 2 垂直転送路
- 1 3 チャネルストップ
- 1 4 酸化膜
- 1 5 多結晶シリコン（導電性材料）
- 1 6 表面酸化膜
- 1 7 転送兼読出電極
- 1 8 p 型拡散層

【書類名】 図面

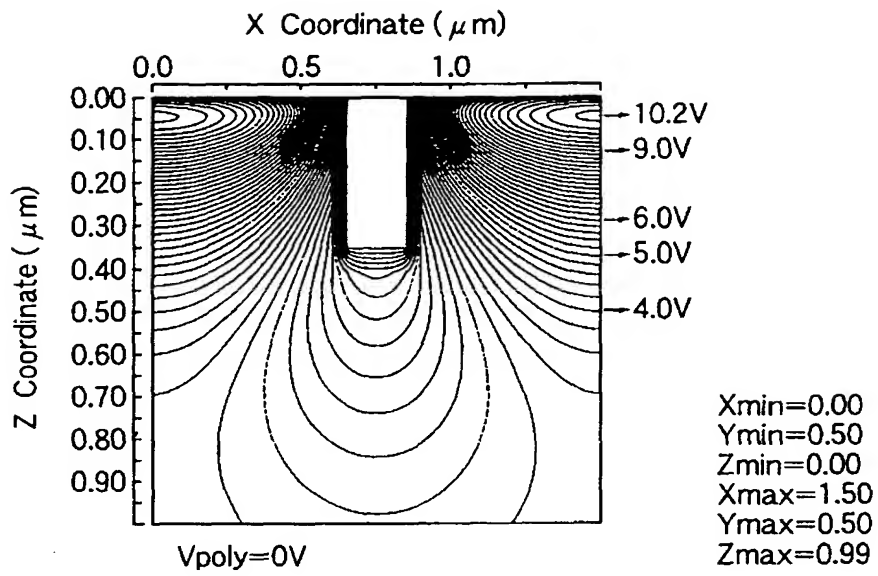
【図 1】



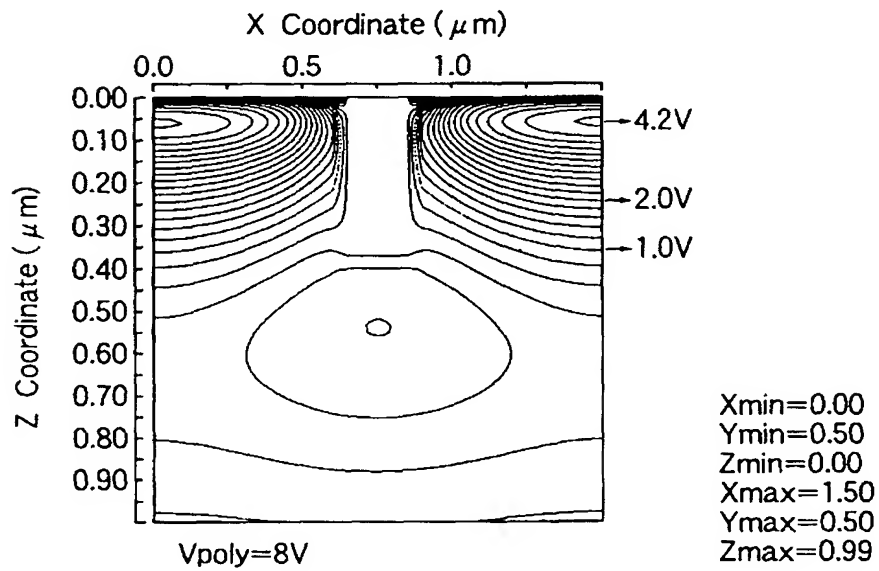
【図 2】



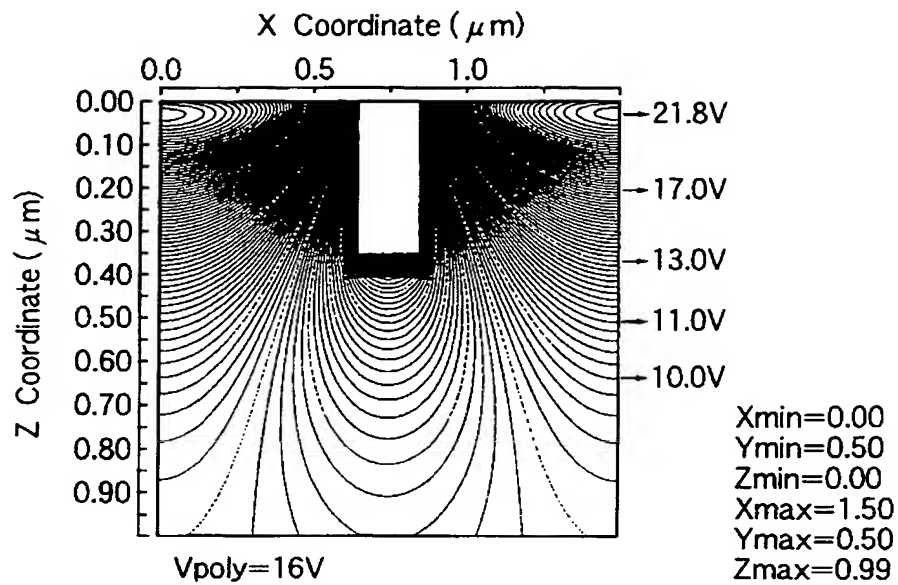
【図 3】



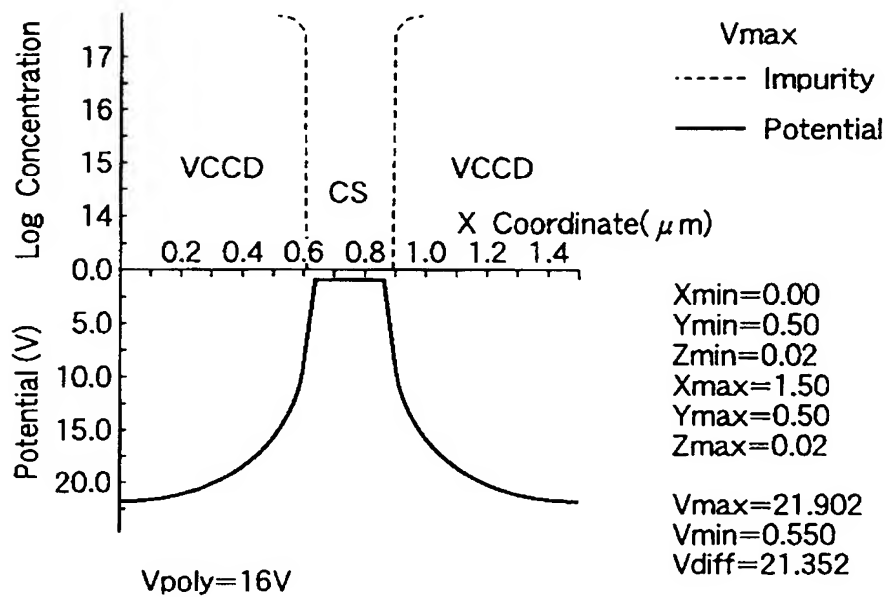
【図 4】



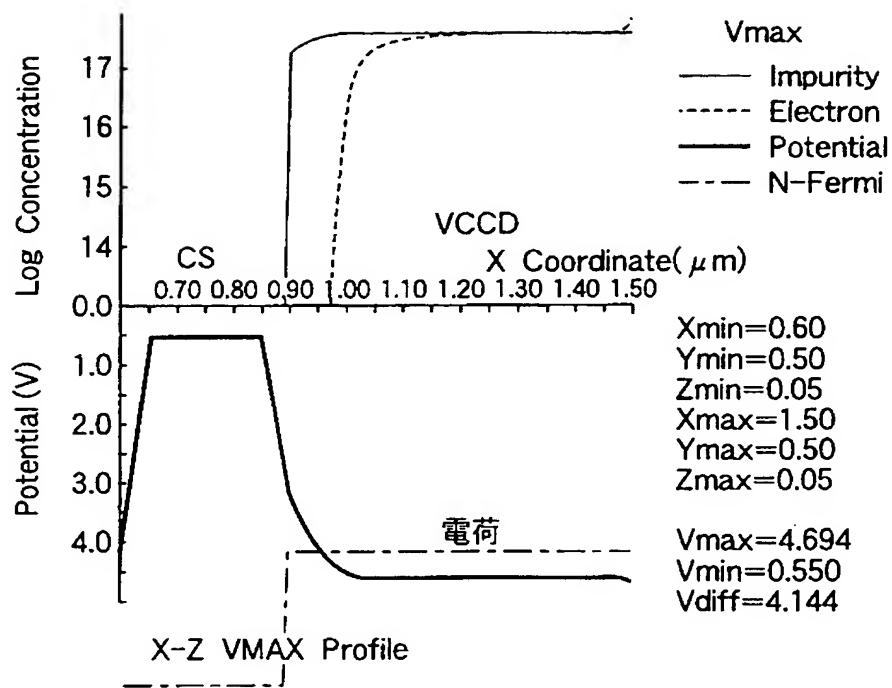
【図 5】



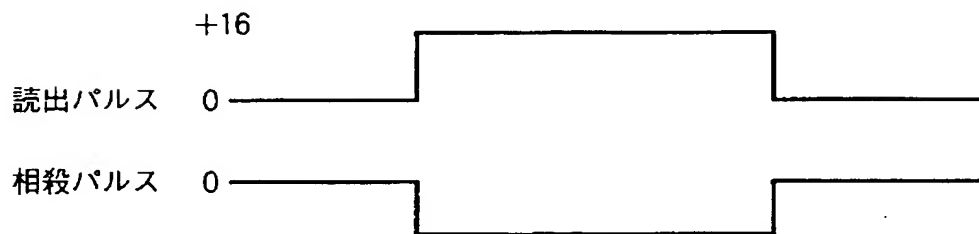
【図 6】



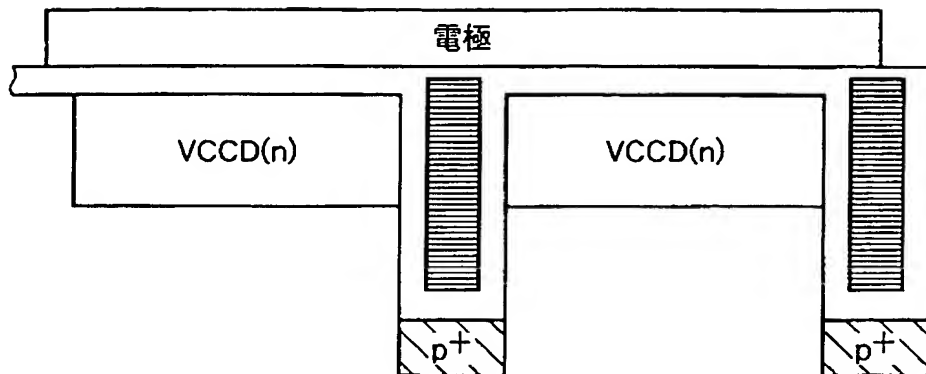
【図 7】



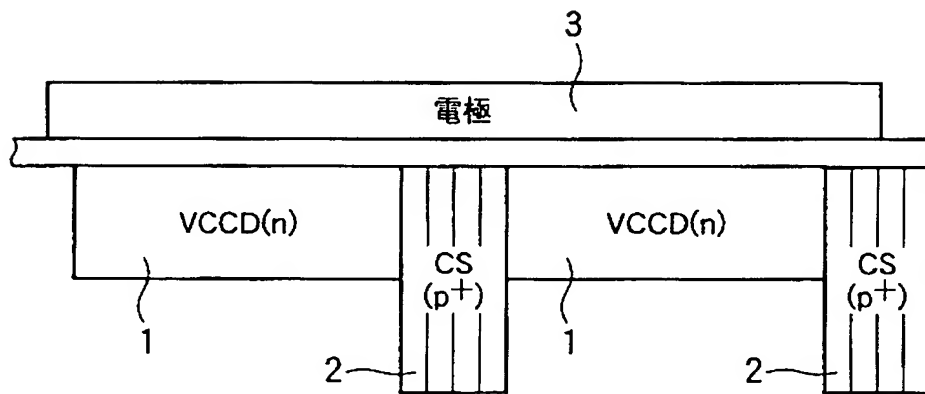
【図 8】



【図 9】

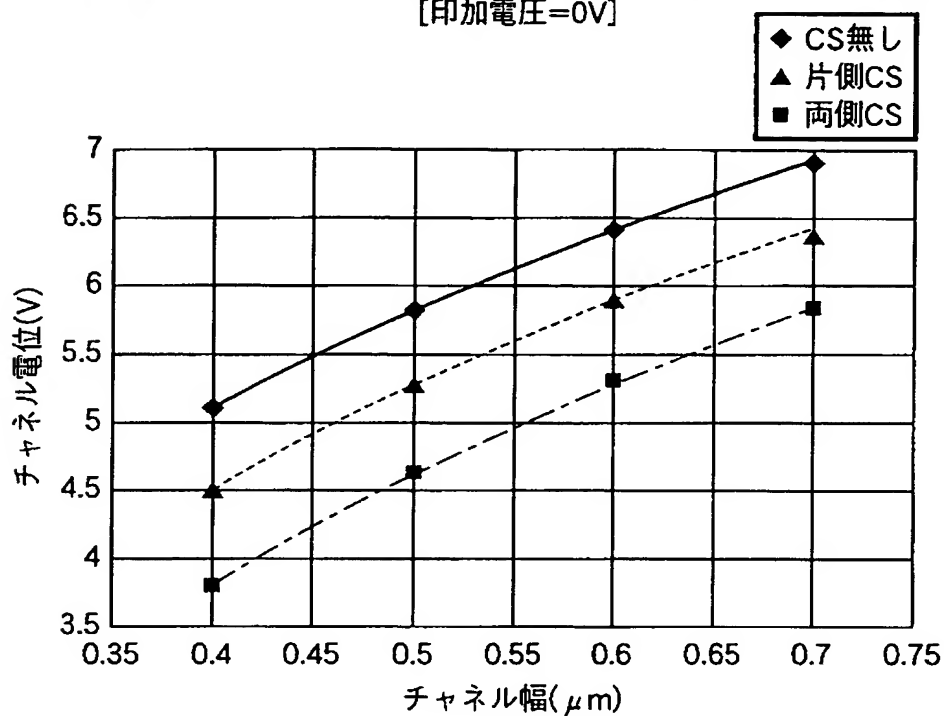


【図 10】

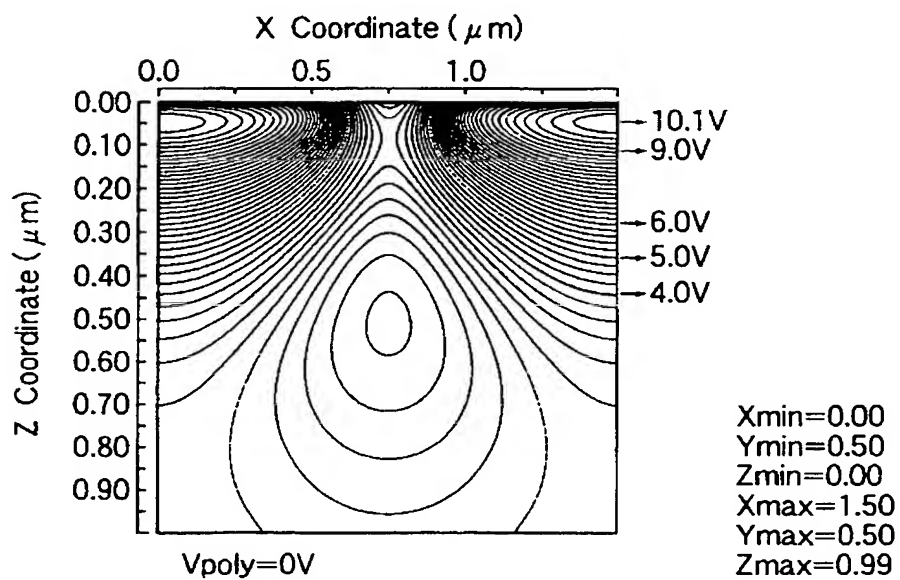


【図 1 1】

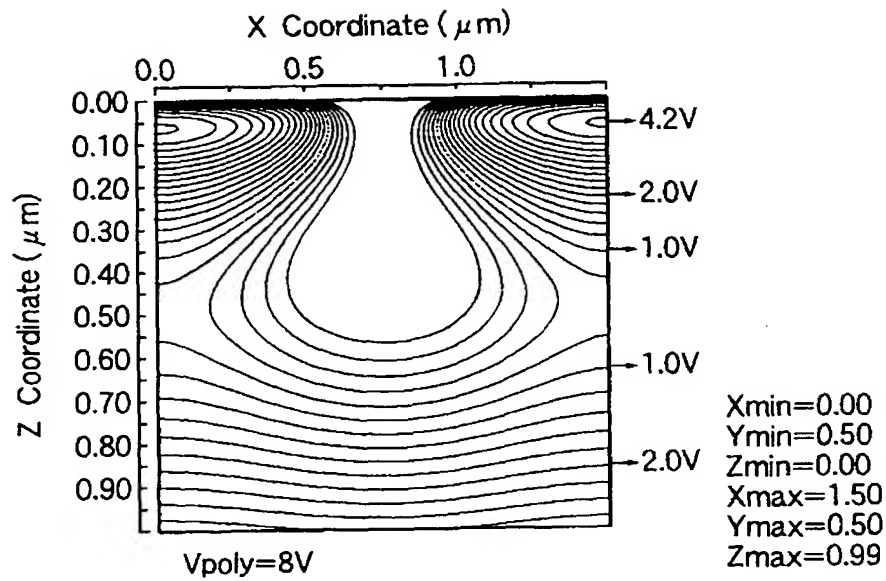
素子分離領域の有無による垂直転送部チャネル電位のチャネル幅依存
[印加電圧=0V]



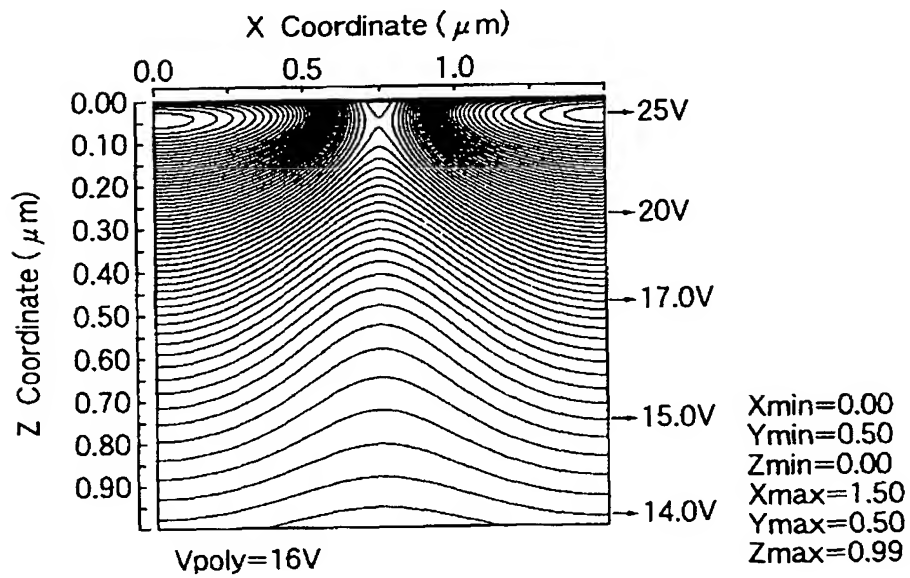
【図 1 2】



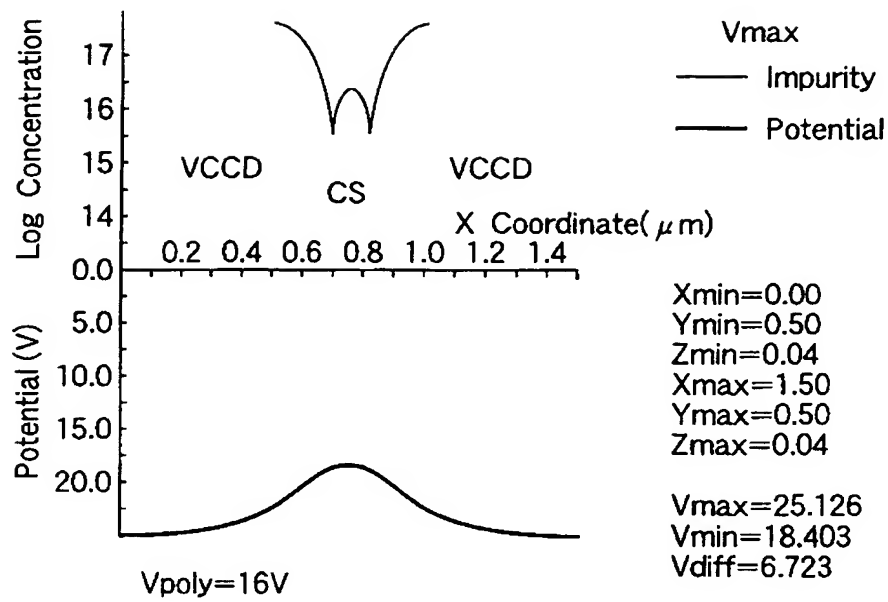
【図 13】



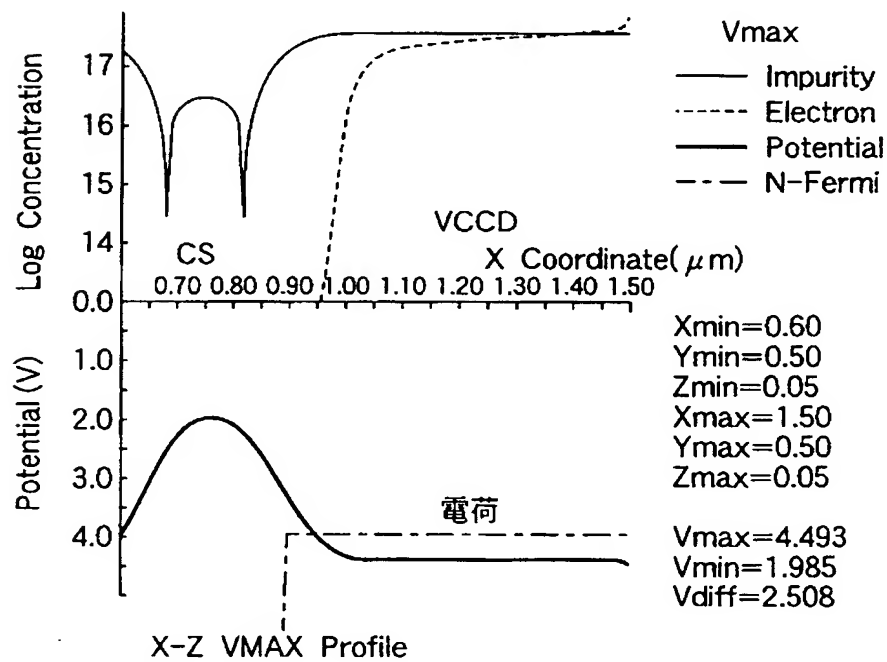
【図 14】



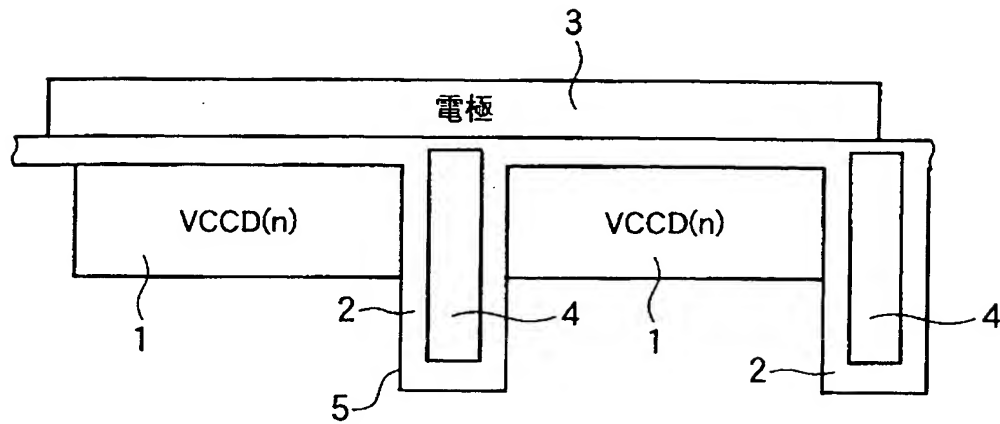
【図 15】



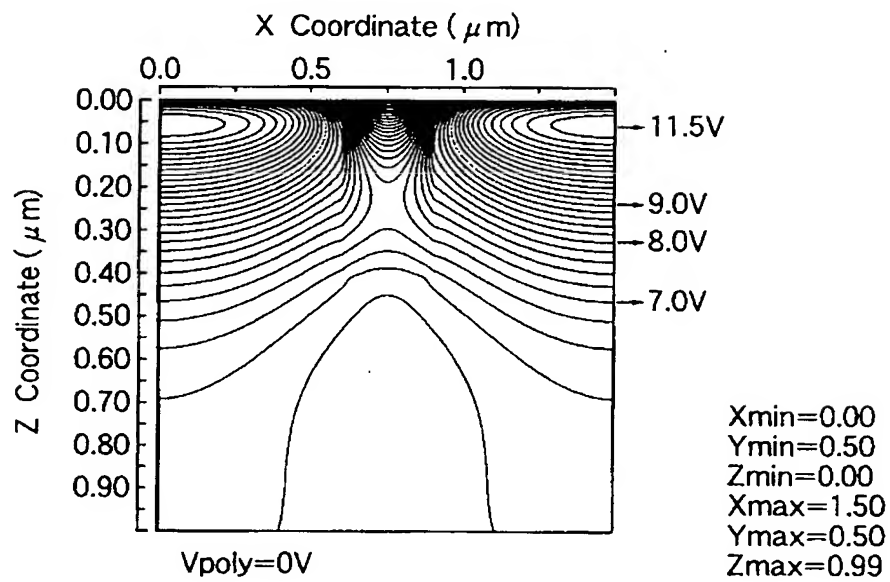
【図 16】



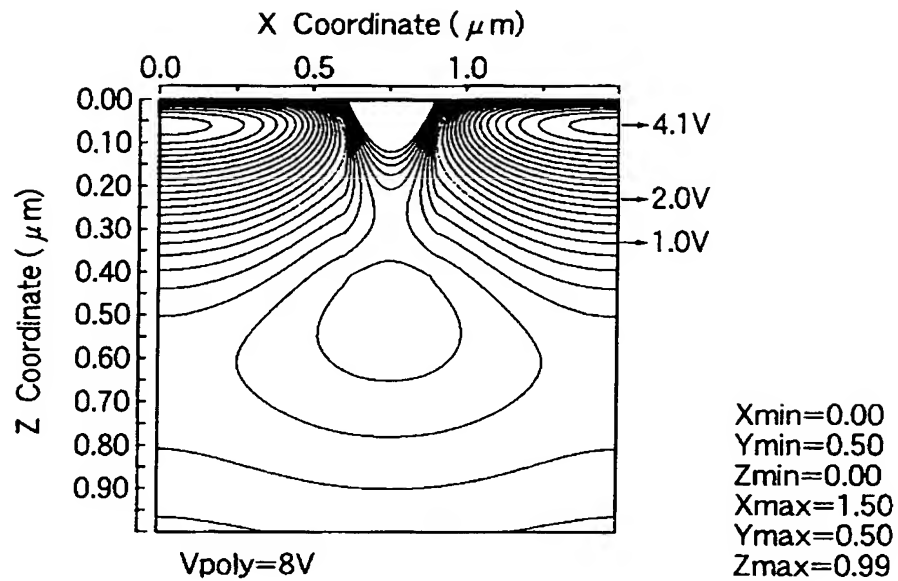
【図 17】



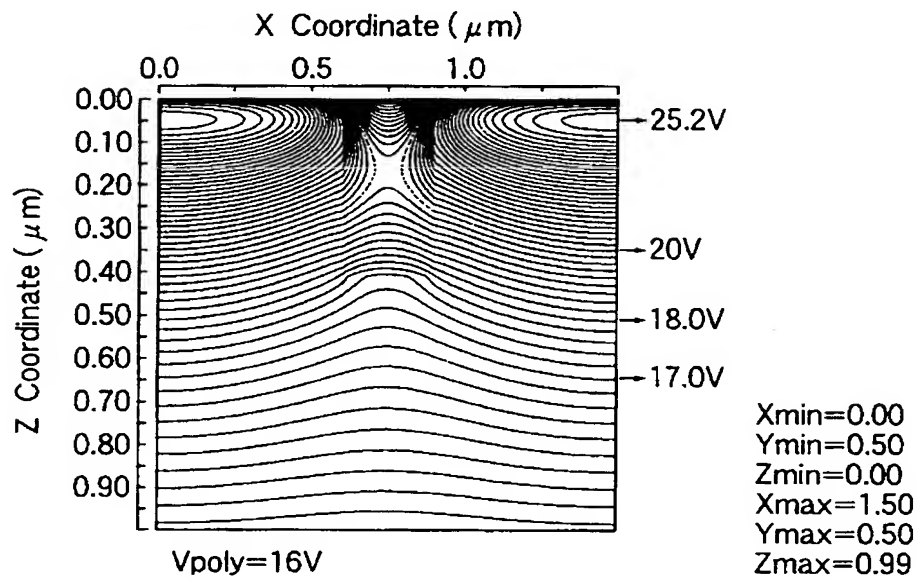
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 C C D等の固体撮像装置で、チャンネルストップによる狭チャンネル効果を緩和し且つトラップ電荷による影響を低減する。

【解決手段】 複数の受光センサ部と、各受光センサ部に近接して形成された垂直転送路 1 2 と、隣接する垂直転送路 1 2 間に設けられトレンチ構造の絶縁層となるチャンネルストップ 1 3 とを備える固体撮像装置において、前記絶縁層 1 4 内に、所定電圧が印加される導電性物質 1 5 を埋設する。所定電圧は、信号電荷が電子である場合にはマイナス電圧、信号電荷がホールである場合にはプラス電圧とする。あるいは、垂直転送路 1 2 の転送電極 1 7 に印加される読み出しパルスと逆位相のパルスとする。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 0 1 5 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 1 0 5 1 5 8 8]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 7 月 3 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地
氏 名 富士フイルムマイクロデバイス株式会社

特願 2 0 0 2 - 2 0 1 5 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地

氏 名

富士写真フイルム株式会社